

де $\bar{x}_{нов}$ – середні значення параметра повернення; σ_y – середнє квадратичне відхилення параметра повернення; x_0 – залишкове значення вхідного впливу.

Розглянуті положення покладені в основу розроблених методик і технічних засобів контролю параметрів пристроїв керування і захисту на тягових підстанціях електричного транспорту.

1.Карибский В.В., Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Техническая диагностика объектов контроля. – М.: Мир, 1972. – 83 с.

2.Киншт Н.В., Герасимова Г.Н., Кац М.А. Диагностика электрических цепей. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 192 с.

3.Лумельский Я. П. Статистические оценки результатов контроля качества. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 200 с.

4.Минаев В.П. Методологические аспекты контроля качества // Измерительная техника. – 1985. – № 35. – С.63-65.

5.Буряк В.Н. Эксплуатация электрических аппаратов. – Харьков: ХВВИУ, 1972. – 90 с.

6.Сотсков Б.С. Основы теории и расчета надежности элементов устройств автоматики и вычислительной техники. – М.: Высшая школа, 1970. – 270 с.

7.Справочник по вероятностным расчетам. – М.: Воениздат, 1970. – 536 с.

8.Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. – М.: Советское радио, 1975. – 472 с.

Отримано 13.05.2005

УДК 625.078

Е.В.НАГОРНЫЙ, д-р техн. наук, В.Г.СОСЛОВСКИЙ, канд. экон. наук,
К.А.ТОКАРЕВ

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОБЕДИТЕЛЕЙ КОНКУРСА НА ОБСЛУЖИВАНИЕ ГОРОДСКИХ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ

Осуществлена постановка задачи выбора победителей конкурса на обслуживание городских автобусных маршрутов в условиях конкуренции, выбран метод ее решения и описан усовершенствованный механизм проведения конкурса.

В условиях конкуренции на рынке транспортных услуг с целью выбора наилучших предложений перевозчиков пассажиров проводят конкурсы на обслуживание городских автобусных маршрутов.

Описание общих принципов проведения конкурсов в городах Украины дано в Положении о конкурсах [1]. На практике для выбора победителя используется примитивный механизм принятия решения: "кто за", "кто против". Как следствие – недовольство перевозчиков результатами конкурсов, частые случаи оспаривания решений конкурсного комитета и невысокий уровень обслуживания пассажиров [2]. Следовательно, необходим механизм объективной оценки предла-

гаемых претендентами условий с количественным выражением результата, по величине которого можно было бы судить о преимуществах победителя, а главное – нацеленный на рост качества и безопасности обслуживания пассажиров.

Анализ отечественных и зарубежных публикаций по рассматриваемому вопросу показал, что задача выбора победителя конкурса в формализованном виде не представлялась и эффективных (в смысле высокой объективности результатов) методов ее решения не предлагается. Отечественные публикации в основном сводятся к констатации фактов: сколько маршрутов выставлялось на конкурс, какие требования предъявлялись к перевозчикам и обслуживанию маршрутов, кто участвовал в конкурсе и стал его победителем, какие скандалы вызвал тот или иной конкурс [2, 3].

Зарубежный опыт весьма полезен для нашей практики проведения конкурсов. Например [4], в г.Хельсинки распределение 100 автобусных маршрутов между перевозчиками проводится на конкурсной основе (трамвайные маршруты и одну линию метро обслуживают государственные компании). В конкурсе на обслуживание автобусных маршрутов, участвуют предприятия двух транснациональных компаний – финской "Коннекс" и шведской SL-bus. Претенденты конкурируют по цене и качеству предлагаемых услуг. Конкурс благоприятно сказывается как на транспортном обслуживании населения города, так и на развитие самих компаний. По оценкам европейских агентств по уровню организации системы ГПТ Хельсинки стал уникальным городом – 80% его населения довольны работой ГПТ столицы, а 50% считают, что он работает очень хорошо. Конкурсы позволили "Коннекс" стать более успешной и вытеснить с 70% маршрутов шведскую компанию SL-bus. Благодаря конкурсам, в "Коннекс" значительно улучшился менеджмент, быстрее внедряются новейшие достижения науки и техники (для контроля движения автобусов применяется спутниковая навигация, а для сбора проездной платы – долгосрочные проездные билеты на базе СМАРТ-карты), активнее реализуются программы по снижению затрат, практикуется мониторинг издержек и реализуются мероприятия по их снижению. В настоящее время эти качества позволяют "Коннекс" эффективно использовать парк автобусов в мировом масштабе при обслуживании автобусных маршрутов в Австралии, Польше, Чехии, Турции и Швеции.

Общим для публикаций по рассматриваемому вопросу является то, что научных подходов к решению задачи оценки претендентов и предлагаемых ими условий обслуживания маршрутов, чтобы выбрать победителей, конкурсные комитеты не используют.

Постановка задачи. В городе объявлен открытый конкурс на обслуживание M автобусных маршрутов. Условиями конкурса определены квалификационные требования к претендентам и их работе по обслуживанию пассажиров на маршрутах. Пусть эти требования индивидуализированы применительно к особенностям каждого l -го маршрута (или их группе – пакету маршрутов) и состоят из K_l количественных и качественных показателей ($l \in M$). Общее количество, содержание и значения показателей в разрезе маршрутов, как правило, различаются. В городе имеется R перевозчиков, которые представили конкурсному комитету (далее Комитет) свои предложения по условиям обслуживания интересующих маршрутов. Если предвидится, что на маршрут могут претендовать конкуренты, то для победы каждый из них заявляет о том, что показатели, которые он может предложить, будут превышать выдвинутые Комитетом минимальные требования в сторону улучшения обслуживания пассажиров. Рассматривая предложения претендентов, Комитет может по каждому из них заполнить карточку с описательными характеристиками самого претендента (квалификационными характеристиками), а также описательными характеристиками качественных показателей и значениями количественных показателей, которые он предлагает. Предположим, что на обслуживание некоторого маршрута претендуют два и более перевозчиков, по каждому из которых сформированы карточки со всеми необходимыми характеристиками. Требуется выбрать победителя.

Выбор метода решения задачи. Процедура выбора Комитетом наилучшего претендента по множеству количественных и качественных показателей можно рассматривать как многокритериальную задачу. Многокритериальные задачи с количественными и качественными критериями рекомендуется решать методами экспертного оценивания [5-10]. Методов получения экспертных оценок много, они разнообразны, но нет их приемлемой классификации. В зависимости от правила сравнения объектов экспертные методы можно разделить на две группы. Методы первой группы используют ранжирование (упорядочение) объектов по степени важности [6, 8], а методы второй группы – парное сравнение объектов с присуждением каждому из них баллов, выбираемых на шкале интенсивности проявления объектами оцениваемых свойств [5, 7, 10]. Наш опыт проведения экспертных опросов показывает, что методы первой группы хороши при количестве ранжируемых объектов не более 5-6 (последующие ранжировки объектов, начиная с 7, как правило, имеют значительное рассогласование). Вторая группа методов такого ограничения не имеет, поскольку при лю-

бом количестве объектов, сравнить между собой два объекта и высказать суждение о преимуществе одного из них, намного проще, чем упорядочить по важности всю их совокупность. Кроме того, при сравнении пар объектов используются шкалы отношений (степени значимости, относительной важности объектов), которые упрощают работу экспертов (особенно в случаях неразличимости объектов по важности). Во второй группе наиболее прогрессивным является метод анализа иерархий (МАИ), разработанный американским ученым Т.Саати [10].

На основании изложенного, для решения задачи выбора победителя конкурса был выбран метод анализа иерархий.

Методика решения задачи и механизм проведения конкурса. В проведении конкурса и решении задачи выделим семь этапов.

Этап 1. Формулирование проблемы и образование Комитета. Если возникает необходимость проведения конкурса на обслуживание маршрутов, то горисполком образует конкурсный комитет, члены которого рассматриваются нами в качестве экспертов.

Этап 2. Формирование перечня критериев, по которым необходимо сравнивать претендентов. Комитет разрабатывает условия проведения конкурса и формирует перечень критериев выбора победителей. Эти критерии должны учитывать интересы города, пассажиров и перевозчиков.

Представляется целесообразным, чтобы перечень критериев состоял из двух групп: 1) квалификационные требования к претендентам (кто может принять участие в конкурсе); 2) дополнительные показатели к уровню транспортного обслуживания пассажиров.

Квалификационные требования к претендентам определены Положением о конкурсах [1] и относятся к следующим факторам, определяющим качество и безопасность перевозок пассажиров: 1) техническое состояние автобусов; 2) наличие производственной базы для поддержки надлежащего технического и санитарного состояния автобусов; 3) наличие резерва автобусов в случае их сходов с маршрутов и выхода из строя; 4) условия для контроля состояния здоровья водителей перед выездом на маршрут; 5) стаж (опыт) работы претендента по перевозке пассажиров.

Состав дополнительных показателей устанавливается с учетом уровней транспортного обслуживания пассажиров, который следует обеспечить на данном маршруте, обслуживаемом районе и городе в целом. При этом могут быть использованы такие показатели: 1) время ожидания пассажиром автобусов и время поездки по маршруту (или используемые для их расчета интервал движения автобусов и скорость сообщения); 2) наполняемость подвижного состава (коэффициент ис-

пользования вместимости, количество пассажиров, стоящих на 1 м² свободной площади салона); 3) стоимость проезда; 4) характеристики системы сбора оплаты за проезд (уровень безбилетного проезда, удобство оплаты проезда и др.); 5) характеристики системы информирования пассажиров (знаки остановок, схемы маршрута, голосовое информирование пассажиров в салонах и др.); 6) величина шума и вредных выбросов; 7) изменение загруженности транспортных магистралей; 8) выручка и затраты от перевозок, потребность в дотировании перевозчика. Возможны другие показатели, учитывающие достигнутый уровень качества перевозок, возможности по их повышению в перспективе.

Содержание каждого критерия желательно раскрыть с помощью количественных и/или качественных показателей, чтобы претендентам был понятен смысл и направленность действия каждого критерия.

Итог второго этапа – перечень критериев, характеризующих показатели, раскрывающими назначение и суть каждого критерия.

Этап 3. Сравнение критериев по важности. На этом этапе Комитету необходимо определить, какие из критериев более важны, а какие менее важны с точки зрения выгоды, получаемой городом, пассажирами и перевозчиками. Для установления приоритета критериев членам Комитета рекомендуется заполнить матрицу парных сравнений критериев (табл.1).

Таблица 1 – Матрица для сравнения критериев выбора претендентов

Номер и наименование критерия	Парные оценки критериев				
	критерий 1	критерий 2	критерий 3	критерий 4	критерий 5
Критерий 1	1,0	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
Критерий 2	X_{21}	1,0	X_{23}	X_{24}	X_{25}
Критерий 3	X_{31}	X_{32}	1,0	X_{34}	X_{35}
Критерий 4	X_{41}	X_{42}	X_{43}	1,0	X_{45}
Критерий 5	X_{51}	X_{52}	X_{53}	X_{54}	1,0

Примечание. Количество сравниваемых в одной таблице объектов не должно быть слишком большим (желательно, чтобы оно не превышало 5...9). При сравнении большого количества объектов желательно всю их совокупность предварительно разделить на однородные небольшие части.

При сравнении выбранной пары критериев члены Комитета должны давать коллективный ответ на вопрос, какой из критериев более важен с точки зрения конечной выгоды. В процессе сравнения критериев используется шкала оценок относительной важности объектов (табл.2).

Таблица 2 – Шкала относительной важности пары объектов ^{*)}

Качественный результат сравнения двух объектов	Количественные оценки результата сравнения ^{**)}	
	для первого объекта	для второго объекта
Равная важность первого и второго объекта	1	1
Небольшое превосходство: первого объекта над вторым второго объекта над первым	3 1/3	1/3 3
Существенное превосходство: первого объекта над вторым второго объекта над первым	5 1/5	1/5 5
Значительное превосходство: первого объекта над вторым второго объекта над первым	7 1/7	1/7 7
Очень сильное превосходство: первого объекта над вторым второго объекта над первым	9 1/9	1/9 9

^{*)} Под объектами здесь и далее понимаются критерии выбора претендентов и собственно претенденты, участвующие в конкурсе.

^{**)} Кроме рекомендуемых в таблице количественных оценок, эксперты могут использовать промежуточные оценки между двумя соседними: 2, 4, 6, 8 или 1/2, 1/4, 1/6, 1/8.

Матрицу парных сравнений рекомендуется заполнять построчно, сравнивая критерий, расположенной в строке, с критерием, расположенным в столбце. Рассмотрим порядок заполнения матрицы на примере табл.1. Начнем с первой строки и сравниваем первый критерий со вторым критерием. Для этого следует критерии логически «взвесить», используя шкалу качественных оценок относительной важности объектов (табл.2) и дать качественную оценку превосходства первого критерия над вторым или, наоборот, второго критерия над первым. Затем нужно выбрать соответствующие качественному результату сравнения количественные оценки для первого $X_{12}=W_1/W_2$ и второго $X_{21}=W_2/W_1$ критериев, вписать эти оценки в соответствующие клетки матрицы. Если критерии равны по важности, то $X_{12}=X_{21}=1,0$. Если первый критерий важнее второго, то степень его превосходства X_{12} , как видно из табл.2, выражается целым числом баллов от 1 до 9. Если первый критерий уступает по важности второму критерию, то степень превосходства X_{12} будет выражена дробью от 1/2 до 1/9. Так, если первый критерий (объект) имеет небольшое превосходство над вторым, то количественная оценка $X_{12}=W_1/W_2=3/1$, а $X_{21}=W_2/W_1=1/3$. Аналогично выполняется сравнение первого критерия с третьим, четвертым и т.д. В результате заполняется первая строка и первый столбец табл.1. Та-

ким же образом заполняется вторая и последующие строки матрицы. После этого табл.1 передается на обработку специалистам по МАИ.

Этап 4. Обработка матрицы парных сравнений критериев. Специалисты по МАИ проводят обработку результатов сравнения критериев в следующей последовательности.

4.1. Для каждой строки матриц парных сравнений критериев по каждому из них вычисляется значение собственного вектора

$$a_i = \sqrt[n]{X_{i1} \cdot X_{i2} \cdot \dots \cdot X_{ij} \cdot \dots \cdot X_{in}}, \quad i=1,2,\dots,n,$$

где a_i – собственный вектор оценок для i -го критерия; n – размерность матрицы – количество сравниваемых критериев; i,j – порядковые номера строк и столбцов в матрице парных сравнений.

Совокупность значений a_i образует вектор собственных значений оценок критериев $A = (a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n)$.

4.2. Для матрицы вычисляют сумму значений собственных векторов оценок критериев: $S = \sum_{i=1}^n a_i$.

4.3. По каждой строке матрицы производят нормализацию оценок собственных векторов по формуле $d_i = a_i / S$.

Совокупность значений d_i – это вектор приоритетов критериев:

$$D = [d_1, d_2, d_3, \dots, d_i, \dots, d_n].$$

4.4. Проверяют согласованность суждений экспертов.

Проверка согласованности проводится с использованием индекса согласованности ($ИС$), значение которого вычисляется по формуле

$$ИС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1),$$

где λ_{\max} – наибольшее собственное значение матрицы суждений (или, согласно упрощенному алгоритму Т.Саати, сумма произведений сумм по столбцам табл.1 на соответствующие значения нормализованного вектора собственных значений из табл.2); n – число сравниваемых элементов.

Для обратно симметричной матрицы всегда $\lambda_{\max} \geq n$.

Если разделить $ИС$ на среднее значение случайной согласованности матрицы такого же порядка ($СС_n$), то получим отношение согласованности

$$ОС = 100 \cdot ИС / СС_n,$$

где $СС_n$ – случайная согласованность для матрицы порядка n , принимается по табл.3.

Таблица 3 – Шкала случайной согласованности (CC_N) матриц

Размер матрицы n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность (CC_n)	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Согласованность считается приемлемой, когда $OC \leq 10\%$ (в некоторых случаях можно допустить $OC \leq 20\%$, но не более). При невыполнении этих условий для какой-либо матрицы членам Комитета рекомендуется повторно обсудить проблему и скорректировать парные оценки в матрице.

Этап 5. Объявление условий и проведение конкурса. Комитет публикует условия конкурса со шкалой весомости критериев. Претенденты готовят предложения и представляют их в Комитет. Члены Комитета по каждому претенденту заполняют карточку с описанием характеристик заявленных количественных и качественных показателей и передают их специалистам по МАИ для проведения сравнительной оценки предложений претендентов в разрезе каждого критерия.

Этап 6. Сравнительная оценка предложений претендентов. Если критерии, по которым сравниваются предложения претендентов, имеют качественные и количественные разнонаправленные характеристики (или комбинацию этих характеристик), то их парное сравнение проводят по описанной ранее процедуре. При этом рекомендуется использовать таблицы, подобные табл.4.

Таблица 4 – Оценка претендентов по критерию - _____ (пример)

Номер (i) и наименование претендента	Номер (j), наименования претендентов и сравнительные оценки характеристик критерия		
	1. A	2. B	3. C
1. A	1,0	$P_{12} = W_1/W_2$	$P_{13} = W_1/W_3$
2. B	$P_{21} = W_2/W_1$	1,0	$P_{23} = W_2/W_3$
3. C	$P_{31} = W_3/W_1$	$P_{32} = W_3/W_2$	1,0

Расчет нормализованных векторов собственных значений объектов, индекса согласованности и отношения согласованности выполняется для каждой таблицы парных сравнений претендентов.

Если критерии, по которым сравниваются предложения претендентов, характеризуются количественными показателями, значения которых желательно максимизировать, то сравнение предложений претендентов и определение их приоритетов можно выполнить по упрощенной схеме. Для этого рекомендуется воспользоваться табл.5.

Таблица 5 – Сравнение претендентов по критериям, выраженным количественными максимизируемыми показателями (пример)

Претенденты i	Критерий 1		Критерий 2		Критерий 3		Критерий 4		Критерий 5	
	значение	приоритет	значение	приоритет	значение	приоритет	значение	приоритет	значение	приоритет
A	P_{A1}	Z_{A1}	P_{A2}	Z_{A2}	P_{A3}	Z_{A3}	P_{A4}	Z_{A4}	P_{A5}	Z_{A5}
B	P_{B1}	Z_{B1}	P_{B2}	Z_{B2}	P_{B3}	Z_{B3}	P_{B4}	Z_{B4}	P_{B5}	Z_{B5}
C	P_{C1}	Z_{C1}	P_{C2}	Z_{C2}	P_{C3}	Z_{C3}	P_{C4}	Z_{C4}	P_{C5}	Z_{C5}
Итого	$\sum P_{i1}$	1,000	$\sum P_{i2}$	1,000	$\sum P_{i3}$	1,000	$\sum P_{i4}$	1,000	$\sum P_{i5}$	1,000

В табл.5 вписываются количественные значения критериев в разрезе претендентов. Затем подсчитываются суммы их значений. Приоритет претендента вычисляется по величине удельного содержания значения критерия рассматриваемого претендента в сумме значений критериев. Расчет согласованности в этом случае не выполняется.

В результате сравнения претендентов по комплексу критериев получают семейство таблиц, подобных табл.4, и/или комплексную табл.5. Из этих таблиц следует сформировать матрицу приоритетов претендентов. Применительно к данным, представленным в табл.5, матрица приоритетов претендентов имеет вид:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{A1} & Z_{A2} & Z_{A3} & Z_{A4} & Z_{A5} \\ Z_{B1} & Z_{B2} & Z_{B3} & Z_{B4} & Z_{B5} \\ Z_{C1} & Z_{C2} & Z_{C3} & Z_{C4} & Z_{C5} \end{bmatrix}.$$

Этап 7. Обобщенная оценка претендентов по комплексу критериев. Для получения обобщенной оценки предложений претендентов с учетом важности критериев выбора необходимо умножить матрицу Z , составленную из значений (Z_{ij}) нормализованных векторов приоритетов m претендентов в разрезе каждого из n критериев $(i=1,2,...,m ; j=1,2,...,n)$, на вектор приоритетов критериев D ; результатом является нормализованный вектор W обобщенных приоритетов претендентов.

В случае выбора из трех претендентов (A, B, C) победителя по пяти критериям процедура получения обобщенной оценки W претендентов выглядит следующим образом:

$$W = \begin{bmatrix} Z_{A1} & Z_{A2} & Z_{A3} & Z_{A4} & Z_{A5} \\ Z_{B1} & Z_{B2} & Z_{B3} & Z_{B4} & Z_{B5} \\ Z_{C1} & Z_{C2} & Z_{C3} & Z_{C4} & Z_{C5} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \\ d_5 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} Z_{A1} \cdot d_1 + Z_{A2} \cdot d_2 + Z_{A3} \cdot d_3 + Z_{A4} \cdot d_4 + Z_{A5} \cdot d_5 \\ Z_{B1} \cdot d_1 + Z_{B2} \cdot d_2 + Z_{B3} \cdot d_3 + Z_{B4} \cdot d_4 + Z_{B5} \cdot d_5 \\ Z_{C1} \cdot d_1 + Z_{C2} \cdot d_2 + Z_{C3} \cdot d_3 + Z_{C4} \cdot d_4 + Z_{C5} \cdot d_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix}.$$

Сумма элементов обобщенного вектора $\sum_{i=1}^m w_i$ приоритетов равна

1,0. Если каждый элемент вектора приоритетов выразить в процентах, то сумма будет равна 100%. Претендент с наибольшим значением w_i является победителем конкурса, а разница в оценках приоритетов Δw_i количественно показывает, какие преимущества имеет победитель перед остальными его участниками.

Все предусмотренные методикой расчеты выполняются с применением ЭВМ.

Пример реализации методики. Требуется провести конкурс на обслуживание пакета маршрутов (X). В качестве критериев выбора победителя Комитет решил использовать только квалификационные характеристики претендентов. Члены Комитета провели парное сравнение критериев и заполнили матрицу парных сравнений (табл.6, графы 2-6).

Таблица 6 – Оценка важности критериев выбора победителей конкурса на обслуживание пакета маршрутов X

Номер и наименование критерия	Парные оценки критериев					$\prod_{j=1}^{n=5} X_{ij}$	a_i	$d_i = \frac{a_i}{S}$
	К 1	К 2	К 3	К 4	К 5			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
К1. Техническое состояние ПС	1,000	2,000	3,000	5,000	2,000	60,000	7,7459	0,6096
К2. ПТБ	0,500	1,000	0,333	4,000	1,000	0,6667	0,8165	0,0642
К3.Резерв ПС	0,333	3,000	1,000	7,000	0,500	3,5000	1,8708	0,1472
К4. Медицинский контроль	0,200	0,250	0,143	1,000	0,200	0,0014	0,0378	0,0030
К5. Стаж работы	0,500	1,000	2,000	5,000	1,000	5,0000	2,2361	0,1760
ИТОГО	2,533	7,250	6,476	22,000	4,700	X	12,707	1,0000

Обработка парных сравнений заключается в подсчете итогов по графам 2-5 и 6 и определении значений показателей в графах 7-9. В результате расчетов по ранее описанной методике получаем следующее распределение критериев по важности (в процентах): техническое состояние автобусов – 61,0%; наличие ПТБ – 6,4%; наличие резерва

автобусов – 14,7%; условия для медицинского контроля водителей – 0,3%; стаж работы перевозчика – 17,6%.

Предположим, что три претендента (*A*, *B*, *C*) подали заявки на участие в конкурсе. Претенденты знали, по каким критериям будет производиться отбор, и подготовили подробное описание характеристик каждого критерия. Члены Комитета провели парное сравнение претендентов по каждому критерию. Результаты сравнения представлены в табл.7.

Таблица 7 – Оценка претендентов на обслуживание пакета маршрутов *X*

Критерий 1						
Претендент	Претенденты			$\prod_{j=1}^{n=3} P_{ij}$	$b_{i\ 1}$	Z_{i1}
	A	B	C			
A	1,000	3,000	0,500	1,50000	1,22474	0,38079
B	0,333	1,000	1,000	0,33333	0,57735	0,17951
C	2,000	1,000	1,000	2,00000	1,41421	0,43970
Итого	3,333	5,000	2,500		3,21631	1,00000
$\lambda_{\max} = 3,2660945$		ИС=0,133047249		ОС=0,229392		
Критерий 2						
Претендент	Претенденты			$\prod_{j=1}^{n=3} P_{ij}$	$b_{i\ 2}$	Z_{i2}
	A	B	C			
A	1,000	1,000	1,000	1,00000	1,00000	0,33333
B	1,000	1,000	1,000	1,00000	1,00000	0,33333
C	1,000	1,000	1,000	1,00000	1,00000	0,33333
Итого	3,000	3,000	3,000		3,00000	1,00000
$\lambda_{\max} = 3$		ИС=0		ОС=0		
Критерий 3						
Претендент	Претенденты			$\prod_{j=1}^{n=3} P_{ij}$	$b_{i\ 3}$	Z_{i3}
	A	B	C			
A	1,000	0,333	2,000	0,66667	0,81650	0,25079
B	3,000	1,000	1,000	3,00000	1,73205	0,53201
C	0,500	1,000	1,000	0,50000	0,70711	0,21719
Итого	4,500	2,333	4,000		3,25565	1,00000
$\lambda_{\max} = 3,23870813$		ИС= 0,119354064		ОС = 0,205783		
Критерий 4						
Претендент	Претенденты			$\prod_{j=1}^{n=3} P_{ij}$	$b_{i\ 4}$	Z_{i4}
	A	B	C			
A	1,000	2,000	0,500	1,00000	1,00000	0,32038
B	0,500	1,000	1,000	0,50000	0,70711	0,22654
C	2,000	1,000	1,000	2,00000	1,41421	0,45308
Итого	3,500	4,000	2,500		3,12132	1,00000
$\lambda_{\max} = 3,16018862$		ИС = 0,08009431		ОС=0,138094		

Критерий 5						
Претендент	Претенденты			$\prod_{j=1}^{n=3} P_{ij}$	b_{i5}	Z_{i5}
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>			
<i>A</i>	1,000	1,000	3,000	3,00000	1,73205	0,53201
<i>B</i>	1,000	1,000	0,500	0,50000	0,70711	0,21719
<i>C</i>	0,333	2,000	1,000	0,66667	0,81650	0,25079
Итого	2,333	4,000	4,500		3,25565	1,00000
$\lambda_{\max} = 3,23870813$		ИС=0,119354064		ОС=0,205783		

Матрица приоритетов претендентов (*Z*) формируется из данных, приведенных ниже в последней графе. Произведение матрицы приоритетов претендентов (*Z*) на вектор-столбец важности критериев (*D*) дает обобщенный (глобальный) вектор приоритетов претендентов:

$$\begin{pmatrix} 0,380792 & 0,333333 & 0,250793 & 0,320377 & 0,532013 \\ 0,179507 & 0,333333 & 0,532013 & 0,226541 & 0,217193 \\ 0,439701 & 0,333333 & 0,217193 & 0,453082 & 0,250793 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,609575 \\ 0,064255 \\ 0,147226 \\ 0,002974 \\ 0,175969 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,385034 \\ 0,248061 \\ 0,366905 \end{pmatrix}$$

Таким образом, приоритет претендента *A* составляет 0,385034 или 38,5%, приоритет претендента *B* составляет 0,248061 или 24,8%, приоритет претендента *C* составляет 0,366905 или 36,7%. Наибольшее значение соответствует претенденту *A*, поэтому его следует считать победителем конкурса. Учитывая полученный результат, Комитет принимает решение о победителе и сообщает его всем участникам конкурса.

Таким образом, задача выбора победителя конкурса относится к классу задач экспертного оценивания претендентов по совокупности количественных и качественных показателей. Эффективным методом ее решения является метод анализа иерархий. Предложен модифицированный алгоритм этого метода и программная поддержка его вычислительной части.

Механизм определения победителей конкурса на обслуживание городских автобусных маршрутов, основанный на модифицированном методе анализа иерархий, повысит объективность принимаемых решений, позволит уменьшить количество недовольных итогами, будет способствовать росту качества и безопасности перевозок пассажиров.

Развитие работ по совершенствованию предлагаемой методики проводится в направлении создания автоматизированного комплекса и дополнения процедуры выбора победителей математическим аппара-

том теории нечетких множеств.

1.Порядок проведения конкурсу на перевезення пасажирів на автобусному маршруті загального користування. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 29 січня 2003р. №139.

2.Процесс пошел... // АВТОТРОФИ. – 2005. – №4. – С.10-11.

3.Совершено официально // Слобода. – 9 ноября 2004 г. – С. 5-6.

4.Опыт наших соседей // Омнибус. – 2002. – №3(76)

(<http://www.omnibus.ru/N3.2002/page6.html>).

5.Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. – М.: - Финансы и статистика, 2000. – 368 с.

6.Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. – М.: Наука, 1973. – 79 с.

7.Дэвид Г. Метод парных сравнений. – М.: Статистика, 1978. – 144 с.

8.Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. – М.: Патент, 1996. – 271 с.

9.Орлов А.И. Эконометрика. – М.: Экзамен, 2003. – 576 с.

10.Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

Получено 13.05.2005

УДК 656.11

И.К.ШАША, канд. техн. наук

Национальный университет внутренних дел, г.Харьков

Г.И.ФЕСЕНКО

Украинская инженерно-педагогическая академия, г.Харьков

ЕДИНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Рассматриваются методы оценки безопасности на транспорте. Предлагается схема расчетов и выбор коэффициентов риска. Индикаторные меры риска позволяют непосредственно измерить количественно опасность ситуации или транспортной системы при ее эксплуатации.

Настоящая работа посвящена разработке новых методов оценки безопасности на транспорте без использования статистических и вероятностных схем, принятых в теории надежности систем. Особенностью этого подхода является использование концепции управляемых рисков. Понятие управляемого риска применяется во многих областях науки, в страховании, в теории предотвращения радиационной и химической опасности, в вопросах снижения экологического ущерба.

Имеются определенные достижения в этой области применительно к безопасности полетов в гражданской авиации (программы FORAS, CFIT [1]), в обеспечении безопасности жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях техногенного характера [2] и на морском транспорте в виде метода формализованного анализа безопасности (FSA) [3].

Основное положение состоит в том, что теория надежности и тео-